

# PATENT ABSTRACT

376/260

(11) Publication number: 2000-346993

(43) Date of publication of application 15.12.2000

.....  
(51) Int. Cl. G21F 9/30

.....  
(21) Application number: 11-154637

(71) Applicant: HITACHI, LTD.

ICC: KK

(22) Date of filling: 02.06.1999

(72) Inventors: ADACHI TAKAHIRO

.....  
(54) METHOD OF HANDLING A LARGE STRUCTURE IN A REACTOR BUILDING

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: An objective of the present invention is to provide a method of handling a large structure in a reactor building, which is capable of carrying-in or out a large structure into or from an aperture portion provided at a roof of a reactor building while assuring the strength of the roof of the reactor building.

SOLUTION: In a method of handling a large structure in a reactor building, which provides an aperture portion at a roof of a reactor building in advance, of performing at least one of the carrying-in and out of a large structure into and from the aperture portion provided at the roof of the reactor building, the aperture portion is provided after a reinforcement measure is added to the roof in order to cover for the degradation of the strength of the roof due to the provision of the aperture portion, and at least one of the carrying-in and out of a large structure into and from the aperture portion provided at the roof of the reactor building, is then performed.

In Fig. 1:

1a: take out fuel assemblies etc.

preparing process of carrying out an used RPV

1b: cut off pipes connected to the used RPV

1c: cut off RSW

(51) Int.Cl.

G 2 1 F 9/30

識別記号

5 3 5

F I

G 2 1 F 9/30

テーマコード(参考)

T

5 3 5 A

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平11-154637

(22) 出願日 平成11年6月2日 (1999. 6. 2)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 591015566

株式会社アイシーシー

茨城県日立市東大沼町4丁目1番3号

(72) 発明者 安達 隆裕

茨城県日立市東大沼町四丁目1番3号 株

式会社アイシーシー内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

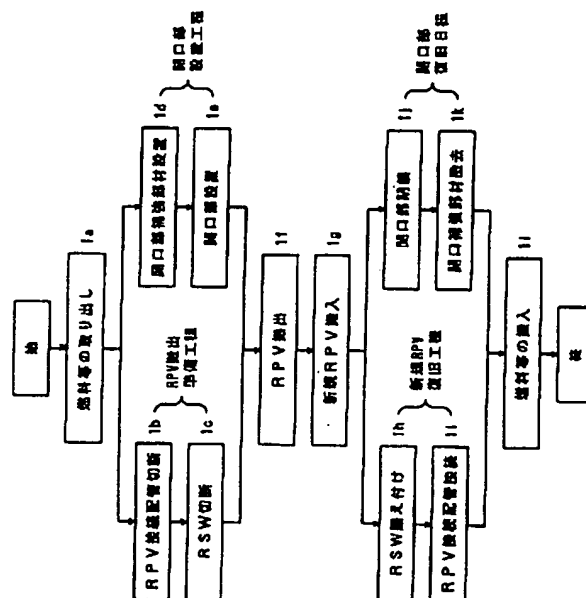
(54) 【発明の名称】 原子炉建屋内大型構造物の取扱方法

## (57) 【要約】

【課題】本発明の目的は、原子炉建屋屋根に開口部を設けて、その開口部から原子炉建屋内の大型構造物を搬出・搬入する際に、原子炉建屋屋根の強度を確保しつつ大型構造物の搬出・搬入作業を行うことができる原子炉建屋内大型構造物の取扱方法を提供することである。

【解決手段】原子炉建屋の屋根に開口部を設け、前記開口部から前記原子炉建屋内の大型構造物の搬出及び搬入のうち少なくとも一方を行う原子炉建屋内大型構造物の取扱方法において、前記開口部の設置による前記屋根の強度低下を補う補強を前記屋根に施した後に前記開口部を設け、前記大型構造物の搬出及び搬入のうち少なくとも一方を行う。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】原子炉建屋の屋根に開口部を設け、前記開口部から前記原子炉建屋内の大型構造物の搬出及び搬入のうち少なくとも一方を行う原子炉建屋内大型構造物の取扱方法において、

前記開口部の設置による前記屋根の強度低下を補う補強を前記屋根に施した後に前記開口部を設け、前記大型構造物の搬出及び搬入のうち少なくとも一方を行うことを特徴とする原子炉建屋内大型構造物の取扱方法。

【請求項2】請求項1において、前記屋根の補強と、前記開口部の設置を別の定期検査時に分けて行うことを特徴とする原子炉建屋内大型構造物の取扱方法。

【請求項3】請求項1または2において、前記屋根のうち前記開口部を設けるために取り除かれる部分を一体で搬出することで前記開口部を設けることを特徴とする原子炉建屋内大型構造物の取扱方法。

【請求項4】請求項3において、前記開口部を復旧する際に、前記一体で搬出した屋根の部分を用いることを特徴とする原子炉建屋内大型構造物の取扱方法。

【請求項5】請求項4において、前記開口部を復旧する際に、前記一体で搬出した屋根の部分に位置決め用のガイド機構を設け、このガイド機構を利用して復旧作業を行うことを特徴とする原子炉建屋内大型構造物の取扱方法。

【請求項6】請求項3乃至5の何れかにおいて、前記開口部を設ける際に、前記屋根のトラスを切断し、その切断部の少なくとも一部を接続板によって接続した後、前記トラスの上方のコンクリート及びデッキプレートを切断し、その後前記接続板を取り外して前記コンクリート、デッキプレート及びトラスを一体で搬出することを特徴とする原子炉建屋内大型構造物の取扱方法。

【請求項7】請求項6において、前記屋根のトラスを切断し、その切断部の少なくとも一部を接続板によって接続する工程と、前記コンクリート及びデッキプレートを切断し、その後前記接続板を取り外して前記コンクリート、デッキプレート及びトラスを一体で搬出する工程を別の定期検査時に分けて行うことを特徴とする原子炉建屋内大型構造物の取扱方法。

【請求項8】請求項6において、前記屋根のトラスを切断し、その切断部の少なくとも一部を接続板によって接続し、その後前記コンクリート及びデッキプレートを切断する工程と、前記接続板を取り外して前記コンクリート、デッキプレート及びトラスを一体で搬出する工程を別の定期検査時に分けて行うことを特徴とする原子炉建屋内大型構造物の取扱方法。

【請求項9】請求項1乃至8の何れかにおいて、前記屋根の補強は、前記開口部を設けた後に残存する前記屋根の強度部材である主ビームを支持する支持部材を前記原子炉建屋のオペレーションフロア上に設置して行うことを特徴とする原子炉建屋内大型構造物の取扱方

法。

【請求項10】請求項1乃至8の何れかにおいて、前記屋根の補強は、前記原子炉建屋の屋上に設けた支持部材を用いて、前記開口部を設けた後に残存する前記屋根の強度部材である主ビームを支持することを特徴とする原子炉建屋内大型構造物の取扱方法。

【請求項11】原子炉建屋の屋根に開口部を設け、前記開口部から前記原子炉建屋内の原子力圧力容器の搬出及び搬入を行う原子炉建屋内大型構造物の取扱方法において、

前記開口部の設置による前記屋根の強度低下を補う補強を前記屋根に施した後に、前記屋根のうち前記開口部を設けるために取り除かれる部分を一体で搬出することで前記開口部を設け、

前記原子炉圧力容器を原子炉遮蔽体と一体で前記開口部から搬出し、

新規原子炉圧力容器を新規原子炉遮蔽体と一体で前記開口部から搬入し、

前記一体で搬出した屋根の部分を用いて前記開口部を復旧することを特徴とする原子炉建屋内大型構造物の取扱方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、原子力発電プラントにおける原子力圧力容器及び炉内構造物の取替時及び廃炉時に、原子炉建屋内の大型構造物を外部へ搬出する際の取扱方法に関する。

【0002】

【従来の技術】原子力発電所は建設時に要求された耐用年数に対して十分な余裕を持って設計されており、寿命の尽きた機器・部品の交換を行うことで、原子力発電所の延命化（長寿命化）を図ることができる。それら機器・部品の中でも大型構造物を原子炉建屋から搬出入する場合、原子炉建屋に設けられている従来の機器搬出入口では大きさが不十分な場合がある。そのような場合、原子炉建屋屋根に大型構造物が通過可能な開口部（以下、単に開口部と言う）を設置する必要がある。

【0003】これに関連して、特開平8-262190号公報には、大型構造物である原子炉圧力容器（以下、RPVと言う）を取替える際に、レーザ光を応用した切断機などを用いて原子炉建屋屋根からRPVが通過可能な大きさのブロックを切り取り、クレーンでそのブロックを吊り上げる方法が記載されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】RPV取替えを実施する際には、開口部を設けたことによる原子炉建屋屋根の強度低下の抑制、原子力発電所の運転停止期間の短縮をいかにして行うかが重要となる。

【0005】一般に原子炉建屋屋根は、原子炉建屋の強度部材であるトラス構造を持った鋼製骨組みの上にデッ

キプレートを敷き、その上に厚さ300～500mmのコンクリートを流し込んだ多層構造を有している。このような構造を有する原子炉建屋屋根に対して、前記特開平8-262190号公報には、開口部を設ける際の具体的な方法については記載がない。

【0006】従って、前記特開平8-262190号公報に記載の方法では、原子炉建屋屋根からブロックを切取った際に、原子炉建屋の強度部材の切断・撤去による原子炉建屋屋根の強度低下が避けられない。

【0007】本発明の目的は、原子炉建屋屋根に開口部を設けて、その開口部から原子炉建屋内の大型構造物を搬出・搬入する際に、原子炉建屋屋根の強度を確保しつつ大型構造物の搬出・搬入作業を行うことができる原子炉建屋内大型構造物の取扱方法を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するための第1の発明の特徴は、原子炉建屋の屋根に開口部を設け、前記開口部から前記原子炉建屋内の大型構造物の搬出及び搬入のうち少なくとも一方を行う原子炉建屋内大型構造物の取扱方法において、前記開口部の設置による前記屋根の強度低下を補う補強を前記屋根に施した後に前記開口部を設け、前記大型構造物の搬出及び搬入のうち少なくとも一方を行う。

【0009】第1の発明によれば、開口部の設置による屋根の強度低下を補う補強を屋根に施した後に開口部を設け、大型構造物の搬出及び搬入のうち少なくとも一方を行うことにより、大型構造物の搬出・搬入作業中に、原子炉建屋の屋根の強度を確保できる。

【0010】第2の発明の特徴は、第1の発明において、前記屋根の補強と、前記開口部の設置を別の定期検査時に分けて行う。

【0011】第2の発明によれば、更に、屋根の補強と開口部の設置の両方を、一回の定期検査で行う場合よりも原子力発電所の運転停止期間を短縮することができる。

【0012】第3の発明の特徴は、第1、第2の発明において、前記屋根のうち前記開口部を設けるために取り除かれる部分を一体で搬出することで前記開口部を設ける。第3の発明によれば、更に、屋根のうち開口部を設けるために取り除かれる部分を一体で搬出することにより、屋根を構成する構造物を別個に搬出する場合に比べて、開口設置作業を迅速に行うことができる。

【0013】第4の発明の特徴は、第3の発明において、前記開口部を復旧する際に、前記一体で搬出した屋根の部分を用いる。

【0014】第4の発明によれば、更に、一体で搬出した屋根の部分を用いて開口部を復旧することにより、搬出した屋根の部分を再利用できるので、廃棄物量を低減できる。

【0015】第5の発明の特徴は、第4の発明におい

て、前記開口部を復旧する際に、前記一体で搬出した屋根の部分に位置決め用のガイド機構を設け、このガイド機構を利用して復旧作業を行う。

【0016】第5の発明によれば、更に、前記開口部を復旧する際に、一体で搬出した屋根の部分に設けたガイド機構を利用して復旧作業を行うことにより、復旧作業に伴う位置決めを容易に行うことができる。

【0017】第6の発明の特徴は、第3乃至第5の発明のいずれかにおいて、前記開口部を設ける際に、前記屋根のトラスを切断し、その切断部の少なくとも一部を接続板によって接続した後、前記トラスの上方のコンクリート及びデッキプレートを切断し、その後前記接続板を取り外して前記コンクリート、デッキプレート及びトラスを一体で搬出する。

【0018】第6の発明によれば、更に、屋根のトラスを切断し、その切断部の少なくとも一部を接続板によって接続した後、トラスの上方のコンクリート及びデッキプレートを切断することによって、トラス切断後でもコンクリート及びデッキプレートを安定した状態で切断することができる。また、接続板を取り外してコンクリート、デッキプレート及びトラスを一体で搬出することにより、開口設置作業を迅速に行うことができる。

【0019】第7の発明の特徴は、第6の発明において、前記屋根のトラスを切断し、その切断部の少なくとも一部を接続板によって接続する工程と、前記コンクリート及びデッキプレートを切断し、その後前記接続板を取り外して前記コンクリート、デッキプレート及びトラスを一体で搬出する工程を別の定期検査時に分けて行う。

【0020】第7の発明によれば、更に、屋根のトラスを切断し、その切断部の少なくとも一部を接続板によって接続する工程と、コンクリート及びデッキプレートを切断し、その後接続板を取り外してコンクリート、デッキプレート及びトラスを一体で搬出する工程を別の定期検査時に分けて行うことにより、これら2つの工程を一回の定期検査で行う場合よりも原子力発電所の運転停止期間を短縮することができる。

【0021】第8の発明の特徴は、第6の発明において、前記屋根のトラスを切断し、その切断部の少なくとも一部を接続板によって接続し、その後前記コンクリート及びデッキプレートを切断する工程と、前記接続板を取り外して前記コンクリート、デッキプレート及びトラスを一体で搬出する工程を別の定期検査時に分けて行う。

【0022】第8の発明によれば、更に、屋根のトラスを切断し、その切断部の少なくとも一部を接続板によって接続し、その後コンクリート及びデッキプレートを切断する工程と、接続板を取り外してコンクリート、デッキプレート及びトラスを一体で搬出する工程を別の定期検査時に分けて行うことにより、これら2つの工程を一

回の定期検査で行う場合よりも原子力発電所の運転停止期間を短縮することができる。

【0023】第9の発明の特徴は、第1乃至第8の発明のいずれかにおいて、前記屋根の補強は、前記開口部を設けた後に残存する前記屋根の強度部材である主ビームを支持する支持部材を前記原子炉建屋のオペレーションフロア上に設置して行う。

【0024】第9の発明によれば、更に、開口部を設けた後に残存する屋根の強度部材である主ビームを支持する支持部材を原子炉建屋のオペレーションフロア上に設置して屋根の補強を行うことにより、仮開口部を設けることによる原子炉建屋の強度低下を抑制することができるとともに、原子炉建屋内部からの作業のみによって支持部材設置を行うことができるので、作業を容易に進めることができる。

【0025】第10の発明の特徴は、第1乃至第8のいずれかにおいて、前記屋根の補強は、前記原子炉建屋の屋上に設けた支持部材を用いて、前記開口部を設けた後に残存する前記屋根の強度部材である主ビームを支持する。

【0026】第10の発明によれば、更に、屋根の補強は、原子炉建屋の屋上に設けた支持部材を用いて、開口部を設けた後に残存する屋根の強度部材である主ビームを支持することにより、仮開口部を設けることによる原子炉建屋の強度低下を抑制することができるとともに、原子炉建屋のオペレーションフロア上に屋根の補強部材を設置しないので、仮開口部を設けた後においても、オペレーションフロア上での作業に支障を及ぼさない。

【0027】第11の発明の特徴は、原子炉建屋の屋根に開口部を設け、前記開口部から前記原子炉建屋内の原子炉圧力容器の搬出及び搬入を行う原子炉建屋内大型構造物の取扱方法において、前記開口部の設置による前記屋根の強度低下を補う補強を前記屋根に施した後に、前記屋根のうち前記開口部を設けるために取り除かれる部分を一体で搬出することで前記開口部を設け、前記原子炉圧力容器を原子炉遮蔽体と一体で前記開口部から搬出し、新規原子炉圧力容器を新規原子炉遮蔽体と一体で前記開口部から搬入し、前記一体で搬出した屋根の部分を用いて前記開口部を復旧する。

【0028】第11の発明によれば、開口部の設置による屋根の強度低下を補う補強を屋根に施した後に開口部を設けることにより、原子炉建屋の強度を確保しつつ原子炉圧力容器の搬出および搬入を実施できる。

【0029】また、屋根のうち開口部を設けるために取り除かれる部分を一体で搬出することにより、一体で搬出しない場合よりも開口部設置作業を迅速に行うことができる。

【0030】また、新規原子炉圧力容器を新規原子炉遮蔽体と一体で開口部から搬入することにより、新規原子炉圧力容器を新規原子炉遮蔽体と別個に搬入する場合よ

りも工程数を削減することができる。

【0031】更に、一体で搬出した屋根の部分を用いて開口部を復旧することにより、一体で搬出した屋根の部分を再利用することができるので、廃棄物量を低減できる。

【0032】

【発明の実施の形態】（実施例1）本発明の実施例1を説明する。実施例1は、沸騰水型原子力発電所の原子炉建屋内大型構造物の1つである原子炉圧力容器（以下、RPVと言う）の交換に本発明を適用した実施例である。

【0033】図5は、本実施例においてRPVの交換を行う原子力発電所の原子炉建屋24の縦断面図である。原子炉建屋24の中には、原子炉格納容器10（以下、PCV10と言う）が設置されており、PCV10の中にRPV2を格納している。RPV2の外側には原子炉遮蔽体3（以下、RSW3と言う）がある。PCV10の横には、使用済み燃料プール8が設置されており、使用済み燃料プール8の中には使用済み燃料ラック9が設置されている。RPV2内部には気水分離器7（以下、セパレータ7と言う）、蒸気乾燥器6（以下、ドライヤ6と言う）が設置されている。RPV2の上方には原子炉圧力容器蓋5（以下、RPVヘッド5と言う）が、PCV10の上方には原子炉格納容器蓋4（以下、PCVヘッド4と言う）が設置されている。本実施例ではこのような構成を持つ原子力発電所に対しRPV交換を行う。

【0034】RPV交換作業は図1に示す作業フローチャートにしたがって行われる。以下、図1にしたがって実施例1を説明する。

【0035】まず、原子力発電所の定期検査開始後、ステップ1aで燃料等の取出し作業を実施する。燃料等の取出し作業は、通常定期検査で実施している全燃料を炉心内から取出す作業である。具体的には図5において、PCVヘッド4及びRPVヘッド5を取り外し、ドライヤ6及びセパレータ7を取り外した後で、炉心内に装荷されている全燃料を炉心内から取出し、使用済燃料プール8の中に設置されている使用済燃料ラック9へ移動させる。

【0036】次に、RPV搬出準備工程と開口部設置工程を並行して行う。RPV搬出準備工程は、ステップ1bのRPV接続配管切断と、ステップ1cのRSW切断の工程からなる。開口部設置工程は、ステップ1dの開口部補強部材設置と、ステップ1eの開口部設置の工程からなる。

【0037】ここで、RPV搬出準備工程と開口部設置工程は図1のように平行して行うことも、一方を終了した後にもう一方を行うことも可能である。また、RPV搬出準備工程であるステップ1b、1cについては、図1のようにステップ1bの後にステップ1cを行うこと

も、2つのステップを並行して行うことも、ステップ1 cの後にステップ1 bを行うことも可能である。

【0038】まず、ステップ1 bのRPV接続配管切断を説明する。ステップ1 bではRPV2に接続されている配管等を切断し、RPVを固定している接続を解除し、またRPVを上方に搬出するための障害物を撤去することによってRPV搬出の準備を行う。図6は、図5におけるPCV10付近の詳細を示した図である。図6に示すように、RPV2には、主蒸気ノズル11、給水ノズル12、炉心スプレイノズル13、再循環水入口ノズル14、再循環水出口ノズル15、各種計装ノズル及びドレンノズル（図示せず）が設けられており、それぞれに主蒸気配管16、給水配管17、炉心スプレイ配管18、再循環水入口配管19、再循環水出口配管20、各種計装配管及びドレン配管（図示せず）が接続されている。

【0039】ステップ1 bでは、これらの接続配管をノズル近傍で切断する。また、原子炉ウェル55とPCV10内を仕切るバルクヘッドプレート21の切断撤去、及び、PCV10とRSW3を接続する耐震サポートのPCVスタビライザ22、燃料交換ベローズ23等の切断撤去も行い、PCV10内から上部へのRPV搬出口を確保する。

【0040】次にステップ1 cのRSW切断について説明する。本実施例ではRSW3をRPV2と共に搬出することにより、RSW3をRPV搬出時の遮蔽体として用いる。ステップ1 cで、RSW3を再循環水入口ノズル下部の位置で切断する。RPV2とRSW3はRPVサポート56にて接続されているため、RSW3を再循環水入口ノズル下部の位置で切断することにより、RPV2を上方に搬出する際、RPV2とRSW3を一体として搬出することができる。RSW3の切断位置は、RPV遮蔽体としたときにRPV2搬出の際に求められる遮蔽能力を得られる位置であれば変更してもよい。なお、本実施例ではRPV遮蔽体としてRSW3を用いるが、外部から新規RPV遮蔽体を搬入しRPV2に取り付けることで、RPV搬出時のRPV遮蔽体としてもよい。

【0041】次にステップ1 dの開口部補強部材設置について説明する。開口部を設置する原子炉建屋屋根は、図7に示すようにトラス27の上にデッキプレート26を敷き、そのデッキプレート26の上にコンクリート25を流し込み硬化させた構造を有する。トラス27は、原子炉建屋24の強度部材であって主ビーム28、デッキ受け梁29、ブレース30により構成されている。原子炉建屋屋根のコンクリート厚さは約300～500mmである。デッキプレート26は、波形の鋼板である。その原子炉建屋屋根の断面は図10に示すように、デッキプレート26の端が、主ビーム28にのっており、主ビーム28とコンクリート25の接合を強化するため主ビーム28にはスタッドボルト32が設けられている。

【0042】図9は、原子炉建屋を図5とは異なった方向から見た原子炉建屋の縦断面図である。本実施例では、後のステップにおいて、開口部設置のために取り外す原子炉建屋屋根40（以下、取り外し屋根部40という）を取り外し、原子炉建屋に開口部38を設定する。この取り外し屋根部を、図8（a）に示す原子炉建屋屋根を上方から見た場合のトラス構造で見れば、斜線部が取り外し屋根部40（取り外し後、斜線部は開口部38となる）である。この開口部設置によって、トラスが大きく取り除かれることになり、そのままでは原子炉建屋の強度低下は免れない。それゆえ、ステップ1 dでは、取り外し屋根部40取り外しのために原子炉建屋屋根の一部が切断されることに伴って生じる原子炉建屋の強度低下を抑制するために開口部補強部材を設置する。

【0043】開口部補強部材の設置は次の手順で行う。まず、揚重機36により取り外し屋根部40となる部分の吊り上げ支持を行う。次に、オペレーションフロア34に主ビーム28を支える支柱35を設置する。支柱35の設置箇所は図8（a）に示すように、開口部設置後に残る主ビームの先端付近の2箇所である。この支柱設置箇所は必要に応じて増やしてもよい。なお、揚重機36による取り外し屋根部40となる部分の吊り上げ支持と、オペレーションフロア34への支柱35の設置については、作業順序を入れ替えても、作業を並行して行ってもよい。

【0044】次にステップ1 eの開口部設置について説明する。本ステップでは、取り外し屋根部40の周囲を切断し、取り外し屋根部40を取り外し、開口部を設ける。ステップ1 eは、図2に示す詳細図の手順で行う。まず、ステップ1 e-1で、ブレース30のうち取り外す部分30 a（以下、取り外しブレース30 aと言う）と、残存する部分30 b（以下、残存ブレース30 bと言う）の境界として設定した切断位置でブレース30を切断する。

【0045】次に、ステップ1 e-2でデッキ受け梁29のうち取り外す部分29 a（以下、取り外しデッキ受け梁29 aと言う）と、残存する部分29 b（以下、残存デッキ受け梁29 bと言う）の境界として設定した切断位置でデッキ受け梁29を切断する。

【0046】次に、ステップ1 e-3で主ビーム28のうち取り外す部分28 a（以下、取り外し主ビーム28 aと言う）と、残存する部分28 b（以下、残存主ビーム28 bと言う）の境界として設定した切断位置で主ビーム28を切断し、その切断した箇所を図8（b）のように接続板31とボルト33を用いて再接続する。この再接続の手段は、接続板31とボルト33を用いる以外にも容易に着脱できる手段であればよい。

【0047】この再接続は以下の理由による。すなわち、ステップ1 e-1、2および3における一連の切断作業終了後には、取り外し屋根部40を支持しているも

のが、主としてコンクリート25、デッキプレート26およびステップ1dで設置した揚重機となる。そのため、後にコンクリート25およびデッキプレート26の切断(ステップ1e-5)を実施すると、取り外し屋根部40の支持の大部分が揚重機36による吊り下げ支持となり、揺れに対する支持が不十分となる。ステップ1e-3で再接続を行うことによって、その揺れに対して十分な支持を行うことができる。なお、揺れに対する支持を行うために、ブレース30、デッキ受け梁29の切断した部分の一部もしくはその全てを接続板によって再接続してもよい。また、ステップ1e-1、2および3はそれぞれの作業順序を入れ替えても、作業を並行して行ってもよい。

【0048】次にステップ1e-4で原子炉建屋24の屋根の上に仮設シャッター39を設置する。仮設シャッター39は開口部設置による原子炉建屋24からの放射性物質の放出を低減させるためのものである。同様の目的を達成するために、仮設シャッター39の設置に限らず、養生シートの設置や原子炉建屋内を負圧に保つなどの対応をとってもよい。また、原子炉建屋内が大気開放されるよりも前(本実施例では次に述べるステップ1e-5よりも前)であれば、いつ行ってもよい。

【0049】次に、ステップ1e-5でコンクリート25およびデッキプレート26のうち取り外す部分25aおよび26a(以下、取り外しコンクリート25aおよび取り外しデッキプレート26aと言う)と、残存する部分25bおよび26b(以下、残存コンクリート25bおよび残存デッキプレート26bと言う)の境界として設定した切断位置でコンクリート25およびデッキプレート26を切断する。コンクリート25およびデッキプレート26を別個に切断することは困難なため、一体として切断する。切断には、大型カッタ等、切断面を平滑なものとする手段を用いることが望ましい。このステップ1e-5の切断を終了した時点で取り外し屋根部40は上部からの揚重機36による吊り上げと、ステップ1e-3で行った接続板31による主ビームの再接続により支持されている状態となる。

【0050】次にステップ1e-6で、接続板31、ボルト33を取り外す。これにより取り外し屋根部40は原子炉建屋から分離し、揚重機36による吊り下げにより支持されている状態となる。次にステップ1e-7で、揚重機36により取り外し屋根部40を搬出する。図11は、取り外し屋根部40を一体で搬出している状態を示した図である。取り外し屋根部40搬出後、仮設シャッター39を閉鎖する。これにより、ステップ1eが終了し、原子炉建屋24の屋根部におけるRPV上方に設定した開口部が設定される。

【0051】なお、ステップ1e-1~4の工程は原子炉建屋の強度低下、気密性低下を招くものではないため、RPV2の交換を行う定期検査よりも前の定期検査

において実施してもよい。そうすることによってRPVの交換に伴う工事を2つ以上の定期検査に分散して行うことができる。

【0052】次に、ステップ1fでRPV搬出を実施する。本ステップでは、仮設シャッター39を開け、RSW3を取付けたRPV2およびRPVヘッド5を揚重機36を用いて、開口部より原子炉建屋24外へ搬出する。搬出後、仮設シャッター39を閉じる。図12にRPV2を原子炉建屋24の外へ搬出した後の状態を示す。以上により、一連のRPV搬出作業が終了する。

【0053】次に、ステップ1gで新規RPV搬入作業を実施する。本ステップでは、新規RSWを取付けた新規RPVを揚重機36を用いて、開口部よりPCV10内へ搬入する。本実施例ではRPV2を搬出する際に、RSW3をRPV2と共に搬出しているため、新規RPV70の搬入の際も新規RSWを取付けた状態で搬入する。なお、ステップ1fでRPV2を搬出する際に、RSW3と一体で搬出しなかった場合は、本ステップにおいて、新規RPV70のみの搬入を行う。

【0054】次に、新規RPV復旧工程と開口部復旧工程を並行して行う。新規RPV復旧工程は、ステップ1hの新規RSW据え付けと、ステップ1iのRPV接続配管接続の工程からなる。開口部復旧工程は、ステップ1jの開口部閉鎖と、ステップ1kの開口部補強部材撤去の工程からなる。ここで、新規RPV復旧工程と開口部復旧工程は図1のように平行して行うことも、一方を終了した後にもう一方を行うことも可能である。また、新規RPV復旧工程であるステップ1h、1iについては、図1のようにステップ1hの後にステップ1iを行うことも、2つのステップを並行して行うことも、ステップ1iの後にステップ1hを行うことも可能である。

【0055】ステップ1hでは、ステップ1gで搬入された新規RSW71を取り替え前のRSW残存部に据え付ける。次にステップ1iでは、ステップ1bにおいて切断した主蒸気配管16、給水配管17、炉心スプレイ配管18、再循環水入口配管19、再循環水出口配管20、各種計装配管及びドレン配管(図示せず)を新規RPV70の当該箇所に接続する。また、バルクヘッドプレート21、PCVスタビライザ22及び燃料交換ベローズ23等RPV2搬出時に加工を行った箇所の復旧も行う。

【0056】次にステップ1jの開口部閉鎖では、ステップ1eで取り外した取り外し屋根部40を開口部38に復旧し、原子炉建屋屋根の残存部との隙間部を気密処理することで開口部を閉鎖する。これにより、取り外し屋根部40を再利用することができる。なお、取り外し屋根部40の再利用を行わずに、新規に作成したものを利用してもよい。

【0057】ステップ1jは図3に示す詳細図の手順で行う。図13は取り外し屋根部40を開口部に復旧する

際的要領図である。まずステップ1 j-1において、取り外し屋根部40を揚重機36を用いて開口部に復旧する。ここで、その詳細を説明する。

【0058】図14は図13におけるB部の詳細を示す図である。まず、復旧の前に図14(a)のように取り出し屋根部40のコンクリート部25aからはつり部25cの部分をはずし、次いで図14(b)のように新規コンクリート25dを盛り、通し穴42を設けておく。原子炉建屋屋根の開口部縁部においては、図14(c)のようにつり部25eをはずし、主フレームに接続されたスタッドボルト41を設置する。次に、揚重機36によって取り外し屋根部40を図14(d)のように所定の位置に近づけ、スタッドボルト41と通し穴42をガイドとして図14(e)のように所定の位置に復旧する。このように通し穴42とスタッドボルト41をガイドとして用いて取り外し屋根部40を主ビーム28上にのせるようにすれば、容易にその復旧を行うことができる。

【0059】次に、ステップ1 j-2において、切断されているトラス27を接続板31、ボルト33を用いて再接続する。これにより、開口部設定前の原子炉建屋強度を回復する。この際、トラスの中で原子炉建屋建設時に建設中の原子炉建屋の強度確保の目的で設置された部材で、原子炉建屋完成後は強度部材として作用していないトラスの一部分がある場合、その再接続は省略してもよい。

【0060】次にステップ1 j-3において取り外し屋根部40と原子炉建屋屋根との隙間部にコンクリート充填を行う。図14(e)におけるコンクリート充填箇所43にコンクリートを充填し、原子炉建屋24の開口部設定前の気密性を確保する。次に、ステップ1 j-4で仮設シャッター39を撤去する。以上のステップ1 jにより、開口部の閉鎖が完了する。

【0061】次に、ステップ1 kの開口部補強部材撤去について説明する。ステップ1 kでは、ステップ1 dで設置した開口部補強部材を撤去する。まず、原子炉建屋24内オペレーションフロア34上に設けた支柱35を撤去する。次に、揚重機36による吊り上げ支持を解除する。

【0062】最後に、ステップ1 lで燃料等の搬入作業を実施する。新規RPV70の新規RPVヘッド72を取り外し、全燃料を炉心内へ装荷し、セパレータ7及びドライヤ6を取付け、RPVヘッド5及びPCVヘッド4を取り付ける。以上により、一連のRPV交換作業が終了する。

【0063】本実施例によれば、ステップ1 dで原子炉建屋屋根の残存部に補強部材を設置した状態でRPVの交換作業を行うことにより、原子炉建屋の強度を確保しつつ、RPVの搬出・搬入作業を行うことができる。また、取り外し屋根部40の一体搬出および一体搬入を行うことにより、開口部の設定及び復旧に要する作業時間

を短縮することができ、原子力発電所寿命延長工事の際のプラント停止期間を短縮することができる。さらに、開口部の復旧に取り出し屋根部40に加工を加えたものを再使用することにより、原子力発電所寿命延長工事に伴う廃棄物の量を低減することができる。

【0064】なお、本実施例では、原子炉建屋内大型構造物の搬出および搬入の両方に開口部を用いているが、搬出、搬入の両方に開口部を用いず、搬出時には、原子炉建屋内大型構造物を原子炉建屋内で切断し、原子炉建屋に設けられている従来の機器搬出入口から搬出し、搬入時のみ、開口部から一体搬入を行ってもよい。また、搬出時のみ、開口部から一体搬出を行い、搬入時には、新規の原子炉建屋内大型構造物を原子炉建屋に設けられている従来の機器搬出入口から分割した状態で搬入し、原子炉建屋内で組み立ててもよい。また、廃炉時に本発明を用いる場合は、搬出のみに開口部を用いてもよい。

【0065】（実施例2）次に、本発明の実施例2を説明する。本実施例が実施例1と異なる点は、図1のステップ1 jである。その他の手順は実施例1と同じであるので、ここでは説明を省略する。本実施例のステップ1 jで行う開口部の閉鎖の詳細を図4を用いて説明する。

【0066】図15は取り外し屋根部40を開口部に復旧する際的要領図である。まずステップ1 j-1 aにおいて、取り外し屋根部40を揚重機36を用いて開口部に復旧する。以下、この詳細を説明する。図16は図15におけるC部の詳細を示す図である。まず、復旧の前に図16(a)のように取り出し屋根部40のコンクリート部25aからはつり部25fの部分をはずす。原子炉建屋屋根の開口部縁部においては図16(b)のようにつり部25jをはずす。次に、揚重機36によって取り外し屋根部40を図16(c)のように所定の位置に近づけ、所定の位置に復旧する。次に、ステップ1 j-2において、切断されているトラス27を接続板31、ボルト33を用いて再接続する。この際、トラスの中で原子炉建屋建設時に建設中の原子炉建屋の強度確保の目的で設置された部材で、原子炉建屋完成後は強度部材として作用していないトラスの一部分がある場合、その再接続は省略してもよい。次にステップ1 j-3において取り外し屋根部40と原子炉建屋屋根との隙間部にコンクリート充填を行う。図16(e)におけるコンクリート充填箇所43にコンクリートを充填し、原子炉建屋24の開口部設定前の気密性を確保する。次に、ステップ1 j-4で仮設シャッター39を撤去する。以上のステップ1 jにより、開口部の閉鎖が完了する。

【0067】本実施例でも、実施例1と同様の効果を得ることができる。更に、本実施例の場合、実施例1に比べ開口部38の復旧時の加工箇所が少ないため、作業時間が更に短くなる。

【0068】（実施例3）次に、本発明の実施例3を説



明する。本実施例では、搬出するRPV2の外形とそれに取り付けた遮蔽体の外形、それに加え搬出時の搬出対象物の振れ等を考慮して求められる小径開口部50を図17の如く設定する。本実施例は、実施例1における開口部38を小径開口部50、取り出し屋根部40を小径取り出し屋根部61としたものである。本実施例が実施例1と異なる点は、図1のステップ1dとステップ1kである。その他の手順は実施例1と同じであるので、ここでは説明を省略する。

【0069】本実施例のステップ1dで行う開口部補強部材設置の詳細を説明する。まず、揚重機36により小径取り外し屋根部61となる部分の吊り上げ支持を行う。次に、オペレーションフロア34に主ビーム28を支える支柱35を設置する。支柱35の設置箇所は図17に示すように、開口部設置後に残る主ビームの先端となる付近の2箇所である。この支柱設置箇所は必要に応じて増やしてもよい。さらに、小径開口部50を囲むようにデッキ受け梁29の下側に補強梁44を取り付ける。この補強梁44の設置は以下の理由による。すなわち、小径開口部50を設定する場合、主ビーム28を切断する必要がある。しかしながら、その際、主ビーム28によって支持されていたコンクリート25が開口部周辺に残存する。そのため、実施例1のように主ビーム28に支持部材を設置しただけでは、開口部開口後の原子炉建屋屋根のコンクリート25を支えるに十分な強度を維持できない。それゆえ、補強梁44を小径開口部の周囲に設置し、小径開口部50の周辺のコンクリートの強度を確保する。なお、揚重機36による小径取り外し屋根部61となる部分の吊り上げ支持、オペレーションフロア34より主ビーム28の下に支柱35の設置、小径開口部50を囲むようにデッキ受け梁29の下側に補強梁44を取り付けることについては、作業順序を入れ替えても、作業を並行して行ってもよい。ステップdにより、開口部補強部材設置を完了する。

【0070】次に、本実施例のステップ1kで行う開口部補強部材撤去の詳細を説明する。ステップ1kでは、ステップ1dで設置した開口部補強部材を撤去する。まず、原子炉建屋24内オペレーションフロア34上に設けた支柱35を撤去する。次に、揚重機36による吊り上げ支持を解除する。次に、補強梁44を取り外す。ステップkにより開口部撤去を完了する。なお、原子炉建屋24内オペレーションフロア34上に設けた支柱35を撤去すること、揚重機36による吊り上げ支持を解除すること、補強梁44を取り外すことについては、作業順序を入れ替えても、作業を平行して行ってもよい。

【0071】本実施例でも、実施例1と同様の効果を得ることができる。更に、本実施例の場合、実施例1に比べて開口部が小さくなるため、取り外し屋根部の重量を小さくでき、それに伴う揚重作業時の取り扱いが容易になる。

【0072】（実施例4）次に、本発明の実施例4を説明する。本実施例は、実施例1において支柱35にて行っていた開口部補強を図18に示すように原子炉建屋24の屋上から原子炉建屋24の屋根をワイヤにて補強した実施例である。本実施例が実施例1と異なる点は、図1のステップ1dとステップ1kである。その他の手段は実施例1と同じであるので、ここでは説明を省略する。

【0073】本実施例のステップ1dで行う開口部補強部材設置の詳細を説明する。図18は、原子炉建屋24の屋上に設置した柱45から原子炉建屋24の屋根をワイヤにて補強する要領図である。まず、揚重機により取り外し屋根部となる部分の吊り上げ支持を行う。次に、原子炉建屋24の屋上に4本の柱45を立て、図18(b)の如くワイヤ46を渡す。そして、残存主ビーム28bの先端部となる付近の主ビームに吊り上げ金具47を取り付ける。吊り上げ金具47は、コンクリート25を縦に貫通するピン73を主ビーム28の両側に設け、主ビーム28の下に下支持板74を設け、吊り上げ金具47とピン73と下支持板74を締結することにより残存主ビーム28bの先端部となる付近の主ビームと固定する。次に、吊り上げ金具47にワイヤ46をつなぐ。これにより開口部設置後の原子炉建屋24の屋根の強度低下を抑える。ステップdにより、開口部補強部材設置を完了する。

【0074】次に、本実施例のステップ1kで行う開口部補強部材撤去の詳細を説明する。ステップ1kでは、ステップ1dで設置した開口部補強部材を撤去する。まず、柱45、ワイヤ46、吊り上げ金具47、ピン73、下支持板74を撤去する。次にピン73が通っていた穴にコンクリートを充填する。柱45を立てるために原子炉建屋屋根に加工を行った場合は、その復旧を行ってもよい。ステップkにより開口部補強部材撤去を完了する。

【0075】本実施例でも、実施例1と同様の効果を得ることができる。更に、本実施例の場合、実施例1とは異なり、残存主ビーム28bを原子炉建屋24の屋根上からの吊り上げによって補強するため、オペレーションフロア34上に補強部材を設置する必要がない。これによりオペレーションフロア34内の作業が容易に進められるようになる。

【0076】（実施例5）次に本発明の第5実施例を説明する。本実施例は、実施例1において支柱35にて行っていた開口部補強を図19に示すように原子炉建屋24屋上から原子炉建屋24屋根をビームにて補強した実施例である。なお、図を簡略化する図19においてプレート30は省略している。本実施例が実施例1と異なる点は、図1のステップ1dとステップ1kである。その他の手段は実施例1と同じであるので、ここでは説明を省略する。

【0077】本実施例のステップ1dで行う開口部補強部材設置の詳細を説明する。図19は、原子炉建屋24屋上から原子炉建屋24屋根をビーム48にて補強する方法を示す補強要領図である。まず、揚重機により取り外し屋根部となる部分の吊り上げ支持を行う。次に、図19の如く、原子炉建屋24の屋上に主ビーム28と直行する方向で、上方から見て残存主ビーム28bの先端部となる付近で主ビームと交差する位置に補強ビーム48を設置する。次に、補強ビーム48の両端にスタッド52を設けて補強ビーム48を固定する。次に、コンクリート25を縦に貫通するピン49を主ビーム28の両側に設ける。そして、主ビーム28の下に設置する下支持板51とピン49と補強ビーム48を締結することにより、残存主ビーム28bの先端部となる主ビーム付近を支持する。これを開口部38の設置により主ビーム28が切断される2箇所にそれぞれ実施する。これにより開口部設置後の原子炉建屋24の屋根の強度低下を抑える。ステップdにより、開口部補強部材設置を完了する。

【0078】次に本実施例のステップ1kで行われる開口部補強部材撤去の詳細を説明する。ステップ1kでは、ステップ1dで設置した開口部補強部材を撤去する。まず、補強ビーム48、スタッド52、ピン49、下支持板51を撤去する。次に、ピン49、スタッド52が通っていた穴にコンクリートを充填する。ここで、スタッド52が通っていた穴へのコンクリート充填を行ってもよい。ステップkにより開口部補強部材撤去を完了する。

【0079】本実施例でも、実施例1と同様の効果を得られる。更に、本実施例の場合、残存主ビーム28bを原子炉建屋24の屋根上からの補強ビーム48により補強することにより、オペレーションフロア34内に補強部材を設置する必要がないため、オペレーションフロア34内の作業が容易に進められるようになり、且つ、原子炉建屋24の屋根上にも大きな突出物がないため、揚重機36による作業が容易に進められる。

【0080】上述の各実施例によれば、原子炉建屋の強度を確保することができ、開口部設置のために取り外す屋根の一体搬出・搬入が行えるので、開口部の設定及び復旧時間が短縮され、原子力発電所寿命延長工事の際の原子力発電所の運転停止期間を短縮することができる。

【0081】

【発明の効果】本発明によれば、原子炉建屋屋根に開口部を設けて、その開口部から原子炉建屋内の大型構造物を搬出・搬入する際に、原子炉建屋屋根の強度を確保しつつ大型構造物の搬出・搬入作業を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】一連のRPV搬出・搬入作業のフローチャート図。

【図2】実施例1におけるステップeの詳細図。

【図3】実施例1におけるステップjの詳細図。

【図4】実施例2におけるステップjの詳細図。

【図5】原子力発電所の原子炉建屋の縦断面図。

【図6】原子力発電所の原子炉建屋におけるPCV付近の詳細を示した図。

【図7】原子炉建屋屋根の構造図。

【図8】実施例1における補強部材設置状態を示す図。

【図9】実施例1における原子炉建屋の縦断面図。

【図10】原子炉建屋屋根の断面の構造を示す図。

【図11】実施例1における取り外し屋根部を一体で搬出している状態を示した図。

【図12】RPV2を原子炉建屋24の外へ搬出した後の状態を示す。

【図13】取り外し屋根部40を開口部に復旧する際の要領図。

【図14】図13におけるB部の詳細を示す図。

【図15】取り外し屋根部40を開口部に復旧する際の要領図。

【図16】図15におけるC部の詳細を示す図。

【図17】実施例3における補強部材設置状態を示す図。

【図18】実施例4における補強部材設置状態を示す図。

【図19】実施例5における補強部材設置状態を示す図。

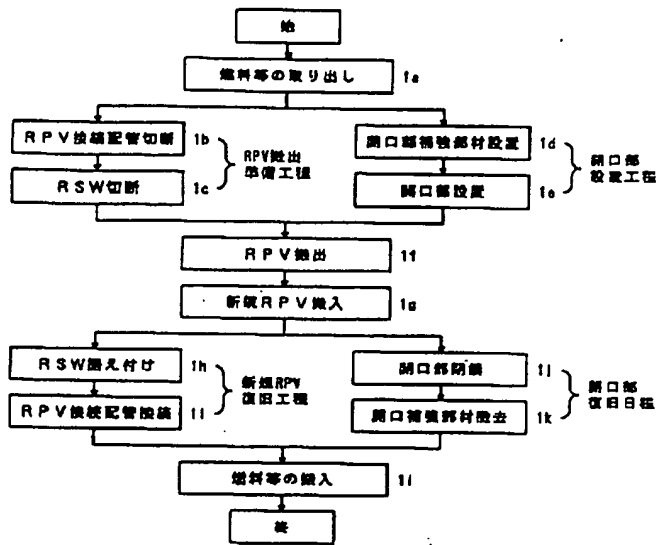
【符号の説明】

1a…燃料等の取出、1b…RPV接続配管切断、1c…RSW切断、1d…開口部補強部材設置、1e…開口部設置、1f…RPV搬出、1g…新規RPV搬入、1h…RSW据え付け、1i…RPV接続配管接続、1j…開口部閉鎖、1k…開口部補強部材撤去、1l…燃料の搬入、2…RPV、3…RSW、4…PCVヘッド、5…RPVヘッド、6…蒸気乾燥器、7…気水分離器、8…使用済み燃料プール、9…使用済み燃料ラック、10…PCV、11…主蒸気ノズル、12…給水ノズル、13…炉心スプレイノズル、14…再循環水入口ノズル、15…再循環水出口ノズル、16…主蒸気配管、17…給水配管、18…炉心スプレイ配管、19…再循環水入口配管、20…再循環水出口配管、21…バルクヘッドプレート、22…PCVスタビライザ、23…燃料交換ベローズ、24…原子炉建屋、25…コンクリート、26…デッキプレート、27…トラス、28…主ビーム、29…デッキ受け梁、30…ブレース、31…接続板、32…スタッドボルト、33…ボルト、34…オペレーションフロア、35…支柱、36…揚重機、38…開口部、39…仮設シャッター、40…取り外し屋根部、41…スタッドボルト、42…通し穴、43…コンクリート充填箇所、44…補強梁、45…柱、46…ワイヤ、47…吊り上げ金具、48…補強ビーム、49、73…ピン、50…小径開口部、51…下支持板、52

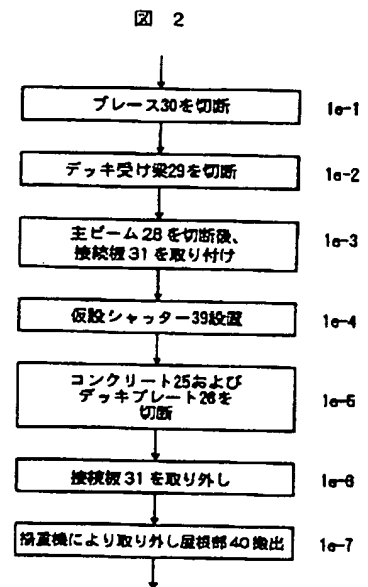
…スタッド、55…原子炉ウェル、56…RPVサポ  
ト、61…小径取り出し屋根部、70…新規RPV、7

1…新規RSW、72…新規RPVヘッド、74…下支  
持板。

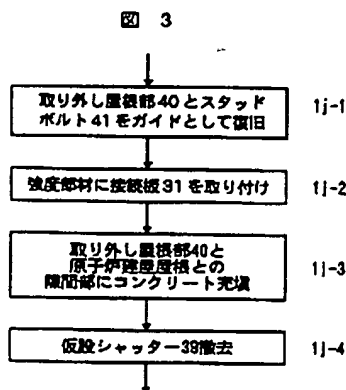
【図1】



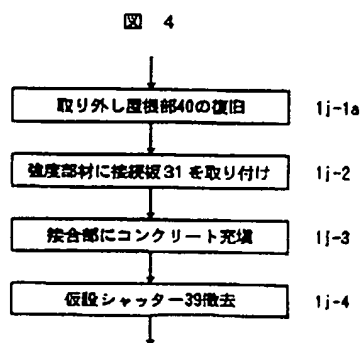
【図2】



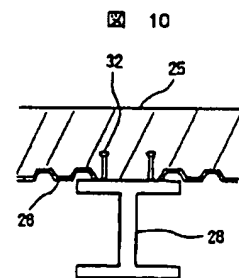
【図3】



【図4】

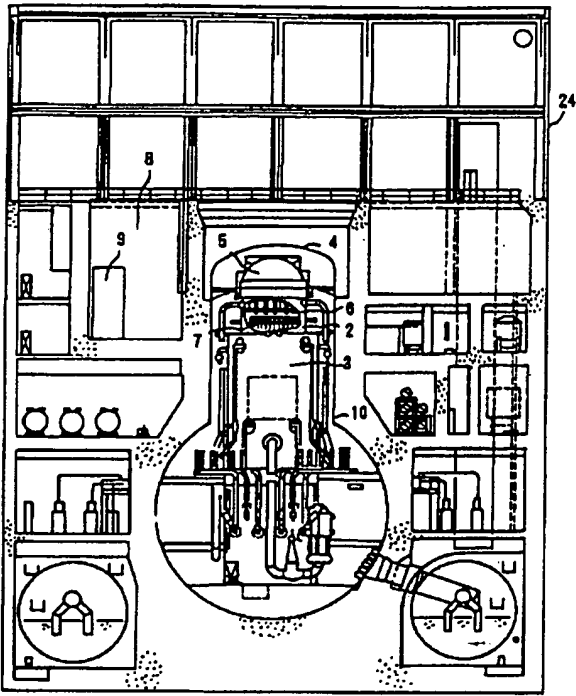


【図10】



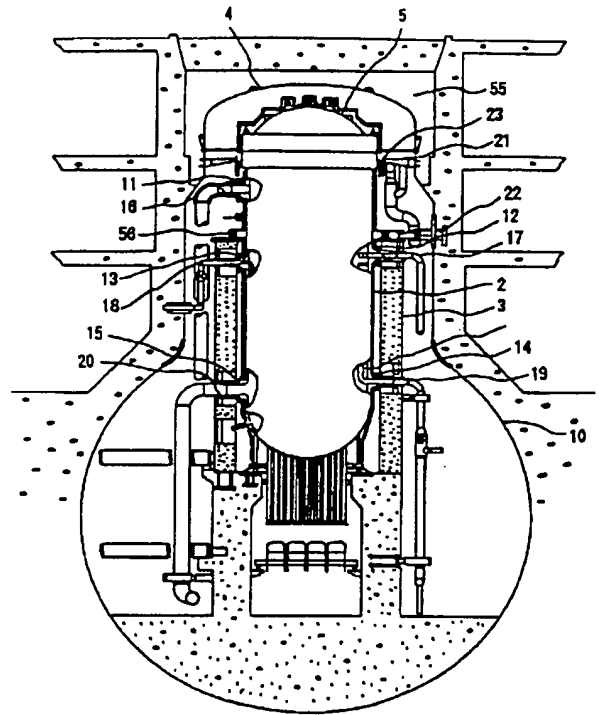
【図5】

図 5



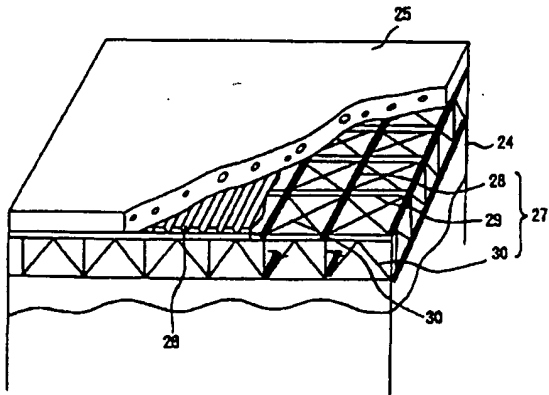
【図6】

図 6



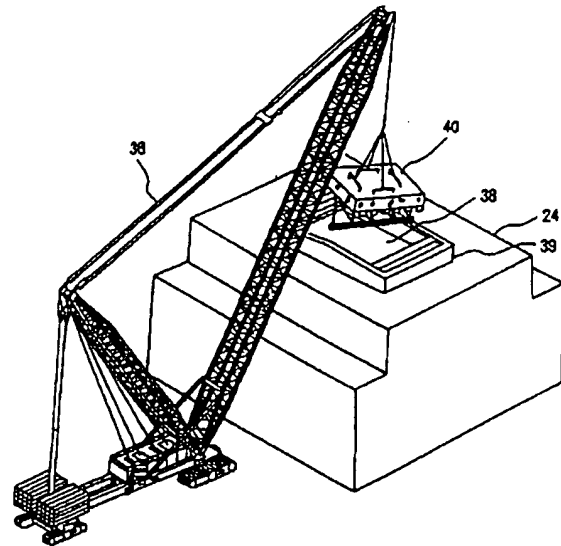
【図7】

図 7

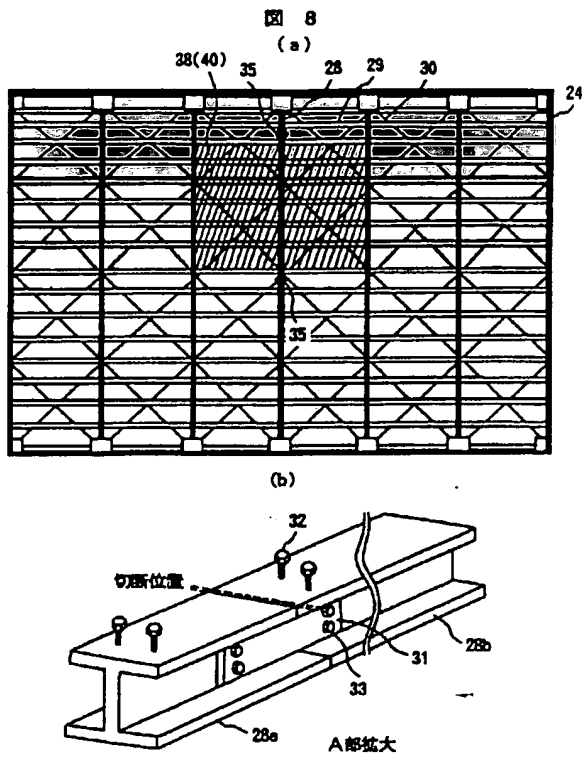


【図11】

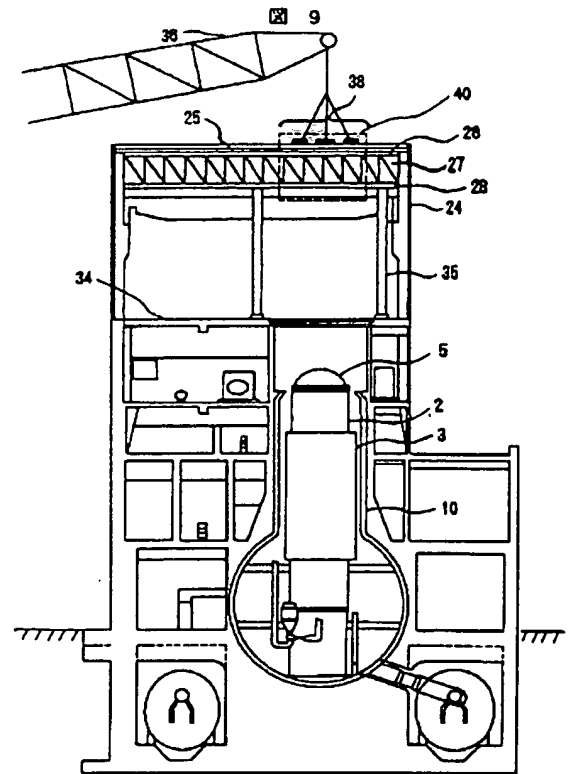
図 11



【图8】



【图9】



【图12】

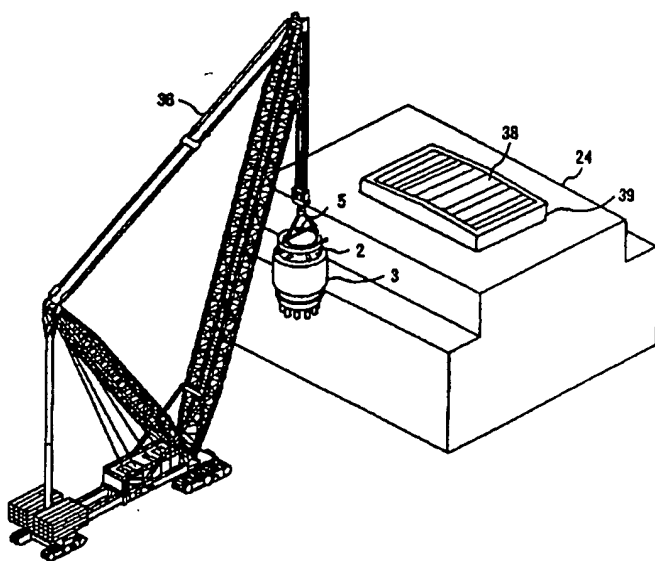


图 12

【図13】

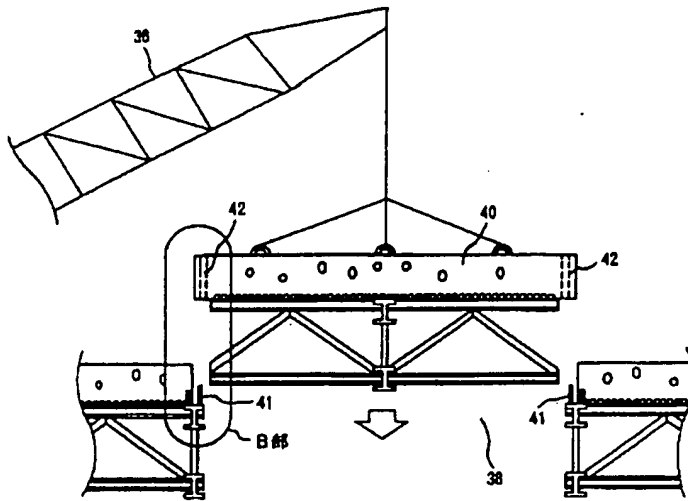
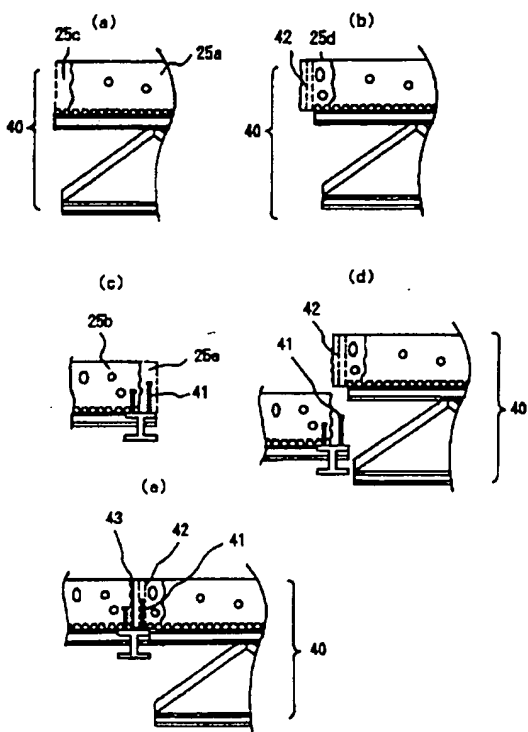


図 13

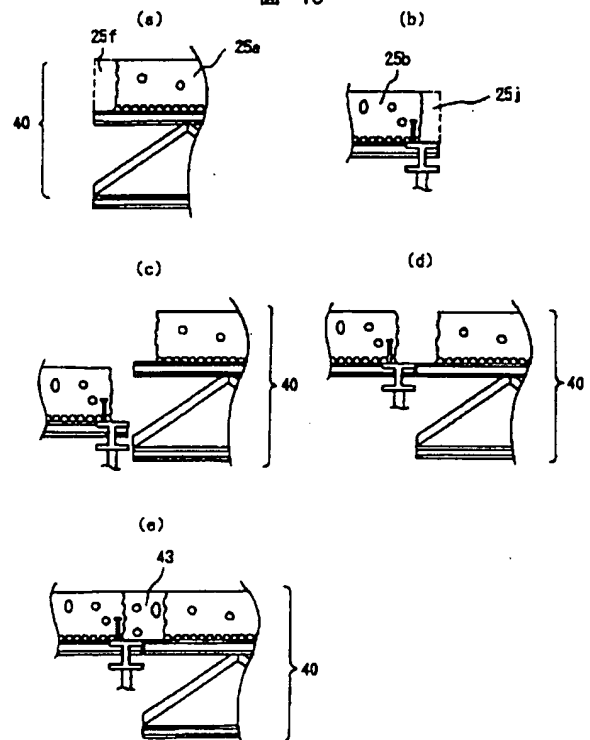
【図14】

図 14

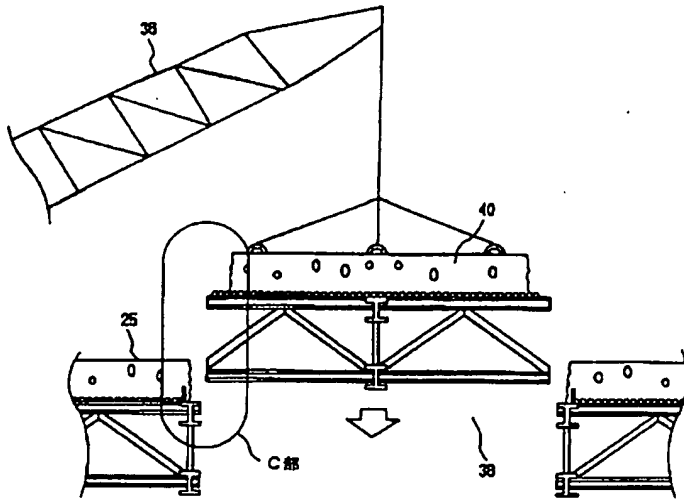


【図16】

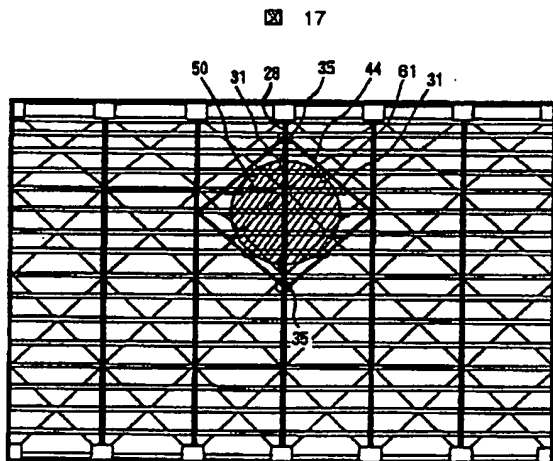
図 16



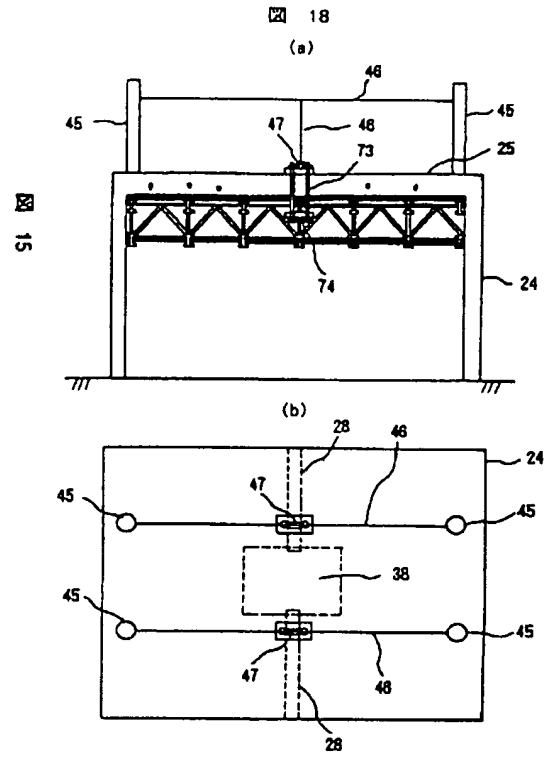
【図15】



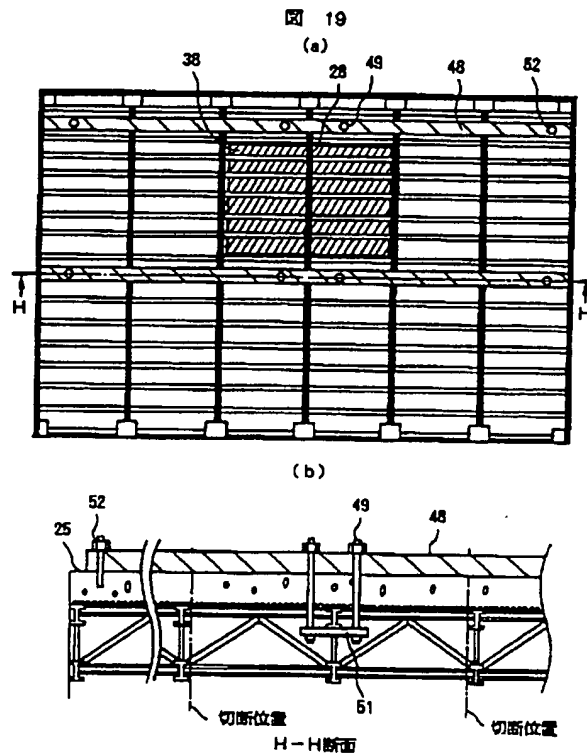
【図17】



【図18】



【図19】



(72)発明者 青木 昌隆

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会  
社日立製作所日立工場内

(72)発明者 細谷 清和

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会  
社日立製作所日立工場内

05